

## 第114 回 技術懇談会講演記録

1. 日時・場所 平成30年7月31日(火) 15:00-17:00  
化学工学会会議室 参加人数31名

### 2. 講演テーマ及び講演記録

#### (1) 安全文化、安全原則、プロセス安全

講師 飯濱 慶 氏 (株) 国際安全研究所 代表取締役 SCE・Net会員 元 デュポン (株)

講演は4項目について行った。各項目の要旨を以下に記す。

##### 1. 安全対話

「会合の初めに安全にまつわる話題を少し話し合ってから本題に入る」というデュポンの慣行を紹介した。

##### 2. 安全文化

国際原子力安全諮問委員会、James Reason 氏、高野研一氏による定義または構成要素について紹介し、日本企業の強み弱みについて言及した。日本企業の弱みを考慮して、高野氏の8要素に加えて、飯濱より2要素の追加提案を行った。

##### 3. 安全原則

組織における成文化された「安全文化」について、デュポンの安全原則を例示して論じた。

##### 4. プロセス安全

労働安全活動とプロセス安全活動の受持ち領域を説明した。さらに、CCPS-RBPSおよびOSHAによるプロセス安全要素を基軸に、J. Reason 氏と高野氏が提唱する構成要素との対応を例示して、特に高野氏による要素がプロセス安全要素と密接な関係にあることを論じた。最後にプロセス安全活動を成功に導くための必須条件について論じた。

#### (2) 生命科学分野と化学工学の融合による技術革新の可能性

##### —植物工場とバイオメテイクス・エンジニアリングの事例—

講師 川端鋭憲氏 NPO 法人生命科学技術普及センター理事長

化学工学会 安全部会 運営委員

##### 1. 植物工場

###### 1) 概要

植物工場とは、施設内で植物の生育環境(光、温度、湿度、二酸化炭素濃度、養分、水分等)を制御して栽培を行う施設園芸のうち、環境及び生育のモニタリングを基礎として、高度な環境制御と生育予測を行うことにより、野菜等の植物の周年・計画生産が可能な栽培施設をいう。季節や天候に左右されずに野菜等の植物を計画的かつ安定的に生産できる。日本の植物工場の経緯は、日立中研・協和化学の「野菜工場」の水耕栽培が始まり。①第1次ブーム(1985年にダイエー・つくば科学万博に出展)②第2次ブーム(1990年に国の先進的農業生産総合推進対策、事業で企業参入が促進:キューピー)③第3次ブーム:2009年に経産省と農水省が「農商工連携研究会植物工場WG」の成果より150億円の補正予算(企業参入)④2010年にLEDなど光源技術・省エネ技術の利用などで効率改善を行ってきた。

植物工場では、養液栽培を行うが、根に水・肥料・酸素を供給すれば土がなくても栽培が可能であり、固形培地に根を張らせ植物の生育に必要な肥料成分を含む培養液を与えて栽培する方法である。養液栽培システムは、固形培地耕、水耕栽培、噴霧耕(養液を根部に噴霧(超音波利用等))に分類される。培養液供給方式は、閉鎖系では循環式

(薄膜水耕、湛液型水耕) と非循環式(毛管水耕) に分類され、非閉鎖系ではかけ流し式となる。光の利用については、完全人工光型(完全制御型)、太陽光利用型、太陽光・人工光併用型に分かれる(これらは実際の写真により説明を頂いた)。

## 2) 植物工場の長所

植物工場の長所は、光・温度・CO<sub>2</sub>などの環境制御により作物の生育を早くし、均一品質の作物を栽培することが可能であることと、生育条件や灌水や施肥をマニュアル化・自動化できる、狭い土地で栽培速度を上げ大量生産が可能、無農薬・新鮮・清潔・日持ちがいい、機能性野菜など高付加価値作物の栽培が可能、異物・害虫混入リスクを低減(完全人工光型)、定時・定量・安定品質・定価格のための生産可能、食の安全・安心・健康志向のニーズに合致、都市部/市街地/食品工場隣接地など消費地・加工地での生産が可能などである。

## 3) 植物工場の短所

短所としては、コスト高(光熱費(LED照明など)・水資源費・人件費・施設設備費)、完全人工光型では単位生産量あたりのエネルギーが大きい、夏期の高湿多湿対策が必要、生産エリアの集中による環境汚染リスクが大きい、病虫害リスクが大きい(栽培方式・施設集積度による)、高度で複雑な管理技術が要求される(支援システムの開発)、投資リスク(自然災害の影響・販売競争力など)が大きい、太陽光利用型では気象環境の影響、エネルギーコスト・人件費等の変動に影響を受けやすい、土耕栽培に比べて育成対象品目が少ない、安定した販売先の確保と価格の安定性、地域農業のなかで共存し地域振興に寄与しなければならないなどである。

## 4) 収益状況

収益状況(2016年施設園芸協会調査報告書より)は、全体では赤字42%、収支均衡33%、黒字25%である。・人工光利用型では赤字56%(赤字が過半)・太陽光と人工光併用型では黒字35%、収支均衡55%、・太陽光利用型では赤字50%である。主要品目としては、全体ではレタス類:46%、果菜類:31%、人工光利用型ではレタス類79%、レタス以外葉菜類20%、太陽光利用型では果菜類(トマト・パプリカ等)68%、太陽光・人工光併用型では、レタスとレタス以外の葉菜類・果菜類は同程度の28%である。

## 5) 都会でできる農業

実際の設備を例に挙げた。①パソナグループのアーバンファーム。銀行の地下金庫の跡に就農支援施設「Pasona02」、②“植物工場産の野菜を食べに銀座へ行こう”③文房具専門店伊東屋 新本店 11F「銀座でゆっくり過ごせるカフェ」、④東京メトロがシェラトン・グランデ・トーキョーベイ・ホテルへ提供などを事例として説明して頂いた。

## 6) 生育環境管理

物工場での作物の生育環境管理について、培養液を作るための原水、培養液組成管理、培養液の温度管理、培養液の溶存酸素、電気伝導度、pH、病虫害管理(防除)について説明した。特に、培養液の殺菌技術が重要で、それについても銀による殺菌方法を主として、紫外線による殺菌、オゾンによる培養液の殺菌など、種々の手法について説明した。また、二酸化炭素施用の効果とポイントについて話した。

## 7) LEDの有効活用

完全制御型植物工場では、LED(Light Emitting Diode)が本命であること、これは①波長制御と光量制御が可能であることと、②寿命が長いなどである。植物は生育するためには主に赤色光と青色光を利用し、全ての波長の光を必要としない。赤色光と青色光のそれぞれの光が植物に及ぼす効果について説明した。

## 8) 次世代型植物工場

ICT・IoT化した次世代型植物工場について説明をした。植物工場において、様々な要素技術の集積と統合化=最適化制御・生育条件・LED等光量など生育環境条件の制御および遠隔監視管理・省エネ技術・排熱利用技術(ヒートポンプ・廃熱ボイラー)・CO<sub>2</sub>施用・

再生可能エネルギー（太陽光・バイオマス・風力・地熱など）の利用などがある。

#### 9) 今後の課題

最後に今後の植物工場についての課題について説明をした。①安全性確保（衛生管理）と品質確保②差別化（ブランド化）による明確な区別が必要③コストダウン④生産技術・生産管理・監視・品質管理などの改善⑤流通量・販路の確保と生産調整機能⑥地域農業のなかで共存し地域振興に寄与できる施策⑦宇宙野菜への可能性

## 2. バイオミメティクス・エンジニアリング

### 1) 概要

生物模倣技術から生物規範工学へ＝バイオミクリーは世界を救う≫①ジャニン・ベニユス（米・生態学者）が「バイオミクリー」を提唱②自然は長い年月をかけて進化しながら多くの課題（エネルギー・食料・気象・環境など）を解決してきたが、これらの過程から「より持続可能な」デザインを創造する③「バイオミメティクス (biomimetics)」と呼ばれるようになったのは 1950 年代からである。

### 2) 生物規範工学

①既存の工学系から脱却するために生物の生き残り戦略である「生物の多様性」に学び「人間の叡智」と組み合わせる➡パラダイムシフトとしての「生物規範工学」を提唱・単に自然からアイデアを拝借して人間に恩恵をもたらすだけではない・生物が 38 億年という長い進化の過程で創られた最適化された形態や仕組みなどを「生物の多様性から学ぶ」ことにより、地球環境への負担が少ない持続可能な社会のデザインを創造することが基調となる。②生物の構造・仕組みなどを応用＝バイオミメティクス・エンジニアリングが新世代技術の新潮流となっているとのことである。

### 3) バイオミメティクスの成果例

ナイロンの発明、面マジックテープ、競泳用水着、カワセミのくちばし形状をまねた新幹線先頭形状、タマムシの発色構造をまねた発色技術、シルクの人工血管の開発、ミツバチの巣から飛行機の軽量化、トンボの羽から微風駆動型小型プロペラ、蓮の葉の表面構造の模倣、カタツムリの殻の親水性利用、ヤモリの足の構造に学ぶ最先端テープ開発（日東電工）、蚊の口針を模倣した痛くない注射針マイクロニードルの開発（関西大学・ライトニックス）、シルクの機能性に学ぶ繊維の開発、シルクの機能性を模倣した繊維の開発（シキボウ・東京農業大学）について説明頂いた。

### 4) バイオミメティクスの取り組み

①バイオミメティクスは、ものづくりだけにとどまらずプロセス・システムなど幅広い学問や産業の領域での適用の可能性を秘めている。②そのためには生物学と工学の連携＝広い視野に立った両分野の研究者・技術者が必要であり、その活動を述べた。③社会の取り組みとして、・積水化学工業（株）：自然に学ぶものづくり研究助成プログラム、・イオン環境財産：生物多様性アワード（国内賞）・生物多様性みどり賞（国際賞）などがある。

（文責：山本一己）

以上